

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-076518
 (43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl. H01S 5/323
 H01L 21/205

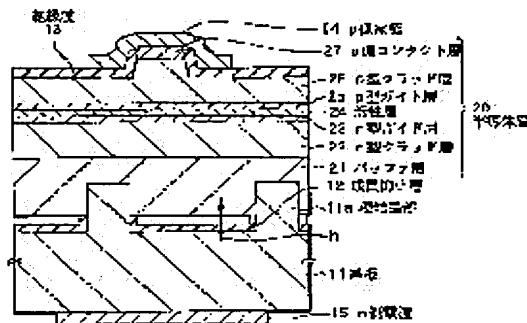
(21)Application number : 2000-260722 (71)Applicant : SONY CORP
 (22)Date of filing : 30.08.2000 (72)Inventor : TAKEYA MOTONOBU

(54) SEMICONDUCTOR LASER, SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser, a semiconductor device and a production method therefor, with which a dislocation density is reduced and the characteristics of the device can be improved.

SOLUTION: A semiconductor layer 20 composed of a nitride III-V compound semiconductor is laminated on a substrate 11 composed of n-type GaN. On the substrate 11, a projecting species crystal part 11a is formed and a growth suppressing layer 12 having an opening is provided corresponding to the species crystal part 11a. The semiconductor layer 20 is grown on the basis of the species crystal part 11a and has the lateral growing area of low dislocation density. When the current injecting area of an active layer 24 is provided corresponding to this lateral growing area, light emission efficiency can be improved. Further, when the growth suppressing layer 12 has an ability for reflecting or absorbing light generated on the semiconductor layer 20, the entrance of light leaked from the side of the substrate 11 or stray light can be prevented and the generation of noise can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

を得ることができるので、駆動時に発生する熱を効果的に放散することができるのである。更に、不純物を添加して導電性を持たせることができるので、素子の面積を小さくすれば基板の裏面に電極を設けることができる。従って、高密度実装が可能となるという利点もある。

【00112】本発明による半導体レーザーの製造方法また
は半導体素子の製造方法では、基板に隙間して複数の層
の種結晶部が形成され、この種結晶部に対応して開口を有す
る成長抑制層が形成されたのち、種結晶部を基礎として
半導体層が成長する。よって、転位密度の低い半導体層
が得られる。

間隙を確保することが難しく、3.5mよりも高いと半導体層の結晶粒が揃ってなくなるからである。

【0018】基板1.1と半導体層2.0との間に、種々品部1.1aに於て開口を有する成長抑制層1.2が設けられている。成長抑制層1.2は、基板1.1の種結晶部1.1aを基礎として半導体層2.0を成形させ種結晶部1.1aを保護する。

【0005】 [発明が解決しようとする課題] しかしながら、窒化物系 $\text{Li}-\text{V}$ 氯化物よりもなる高さは、例えばサファイアなどよりなる成長用基体の上に成長させることにより製造されるので、軸位密度が $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2} \sim 1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ 程度高いという問題があつた。そのため、基体の層に成長しても軸位密度が高くなってしまい、素子特性を向上させることができなくなつた。

【0013】 [発明の実施の形態] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳説する。

【0014】 図1は、本発明の一実施の形態に係る半導体素子としての半導体レーザの断面構造を表すものである。この半導体レーザは、窒化物系 $\text{Li}-\text{V}$ 氯化物よりなる基板 10 との一面側に積層された基板 11 との一面側に積層された窒化物系 $\text{Li}-\text{V}$ 氯化物半導体によりなる半導体層 20 とを備えている。なお、ここで窒化物系 $\text{Li}-\text{V}$

びにそれらの製造方法を提供することにある。

【00071】【課題を解決するための手段】本発明による半導体レー
ザは、塗化物系Ⅰ—I—V族化合物よりも、突状の種
結晶部を有する基板と、塗化物系Ⅰ—I—V族化合物半
導体よりも、種結晶部を基礎として成長し、基板に積
層された半導体層と、基板と半導体層との間に設けら
れ、種結晶部に応じて開口を有する成長抑制層とを備
えたものである。

【00081】本発明による半導体系とは、塗化物系Ⅰ—I
—V族化合物よりも、突状の種結晶部を有する基板
と、塗化物系Ⅰ—I—V族化合物半導体と、種結
晶部を有する基板と、塗化物系Ⅰ—I—V族化合物半導
体と、塗化物系Ⅰ—I—V族化合物半導体として成
る。

【0009】本発明による半導体レーザの製造方法は、窒化物系III-V族化合物よりもなる基板に、突状の種類結晶部を離間させて複数部形成する工程と、基板の上に、基板に応して開口を有する成長抑制層を形成する工程と、基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系III-V族化合物半導体よりもなる半導体層を成長させる工程とを含むものである。

【0010】本発明による半導体系子の製造方法は、窒化物系III-V族化合物よりもなる基板に、突状の種類結晶部を離間させて複数部形成する工程と、基板の上に、種結晶部に応して開口を有する成長抑制層を形成する工程と、基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系III-V族化合物半導体よりもなる半導体層を成長させる工程とを含むものである。

【0011】本発明による半導体レーザおよび半導体系子では、基板の種結晶部を基礎として半導体層が成長されているので、半導体層の膜厚密度が低減される。

測定コントラクト層 2.7までの半導体層 2.0についても、横方向成長領域に対応する部分の転位密度が、例えば 1 × 10⁶ cm⁻²以下と低くなっている。これに対しても、バッファ層 2.1 のうち種結晶部 1.1 aに対応する領域に、このバッファ層 2.1 は、種結晶部 1.1 aからの貫通転位 M₁ が伝播されてい

1.1 a の離間距離から半導体層 2 0が成長しないようにするためにものである。成長抑制層 1 2は、例えば電体により構成されており、具体的には、二酸化ケイ素($\text{Si} : \text{O}_2$)、窒化ケイ素($\text{Si} : \text{N}_4$)、二酸化チタノン($\text{Ti} : \text{O}_2$)あるいは酸化アルミニウム($\text{Al} : \text{O}_3$)などの単層膜、またはこれらのうちの2種以上を用いた種層膜により構成される。

【0019】成長抑制層 1 2は、また、種結晶部 1 1 a の離間距離のみならず、種結晶部 1 1 a に沿ってその一部分を復元する、半導体層 2 0と成長抑制層 1 2との間に開部を復元するようになっていることが好ましい。種結晶部 1 1 a を基礎として半導体層 2 0を成長させる際に半導体層 2 0が基板 1 1と接触して欠陥が発生してしまうのを防止するためである。成長抑制層 1 2の種結晶部 1 1 aに沿った立ち上がり部分の高さは、例えば、1.0 nm以上であることが好ましい。1.0 nm未溝では半導体層 2 0と成長抑制層 1 2との接觸を効果的に防止することができないからである。

【0020】成長抑制層 1 2は、更に、半導体層 2 0において発生した光を反射または吸収する機能を有していることが好ましい。半導体層 2 0において発生した光が基板 1 1側から漏れるのを抑制すると共に、バッケージ内でジなどの吸収されない場合に、バッケージ内で反射された光が基板 1 1側から進入するのを抑制することができるからである。なお、このような機能は、上述した材料より成長抑制層 1 2を構成して得られる。

【0021】半導体層 2 0は、基板 1 1の種結晶部 1 1 aを基礎として成長されており、基板 1 1の側からバッファ層 2 1、n型クラッド層 2 2、n型ガイド層 2 3、活性層 2 4、p型ガイド層 2 5、p型クラッド層 2 6およびp側コントラクト層 2 7がこの順に積層されている。

【0022】バッファ層 2 1は、例えば、厚さが0.04 μm であり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型GaN上に構成される。このバッファ層 2 1は、種結晶部 1 1 aの離間距離に対応して、種結晶部 1 1 aの側壁面を基礎として半導体層 2 0の積層方向とは異なる方向に成長及した状況が成長領域である。この構造成長領域の場合は、半導体層 2 0の積層方向に對して垂直な方向への成長成分を有する領域のことである。

【0023】この構造成長領域は、図2に示したように、種結晶部 1 1 aからの貫通位M1が位置しにくく、軸位密度が低くなっている。これにより、バッファ層 2 1の上に構層されているn型クラッド層 2 2からp 50

-4-

図示しない一对の反射鏡模様がそれぞれ形成されている。これら一对の反射鏡模様は、一方が低反射率となり、他方が高反射率となるようにそれぞれ調整されている。これにより、透声層2.4において発生した光は一对の反射鏡模様の間を往復して増幅され、低反射率側の反射鏡模様からレーザーム3として射出するようになっている。

種結晶部1-aの難開領域に対応する部分を探して、アオトレジスト膜3-3を選択的に除がする。その際、光柱あるいは電光時間帯を調節することによりオトロジスト膜3-3の膜厚を削除し、種結晶部1-aに対応する成長抑制層1-2の表面が露出しかつ種結晶部1-1-aの難開領域に対応する成長抑制層1-2の表面は露出しない程度の膜厚、例えば1 μm未溝の膜厚でオトロジスト膜3-3が残るようにする。

【0.0.3.9】 フオトレジスト膜3.3を選択的に除去したのち、図5 (A) に示したように、フォトレジスト膜3.3をマスクとして例えばウエットエッチングを行い、成長抑制層1.2を選択的に除去すると共に、マスク層3.1を除去する。これにより、成長抑制層1.2に種結晶部1.1aに対応させて開口を形成する。開口を形成する際にには、構成の膜でも説明のように、成長抑制層1.2が種結晶部1.1aに沿って限界を置く立ち上がり部分を残すようになることが好ましい。なお、このエッチングでは、フォトレジスト膜3.3も一部除去されてしまがちである。

【0.0.4.1】 ベッファ層2.1を成長させたのち、バッファ層2.1の上に、例えば、MOCVD法により、ロ型AIN膜よりもなるn型クリップド層2.2、n型GaN膜よりもなるn型ガイド層2.3、不純物を添加しないvtype-GaInN膜よりもなる活性層2.4、p型GaN膜よりもなるn型ガイド層2.5、p型AlGaN膜よりもなるp型GaN膜よりもなる活性層2.6、p型GaN膜よりもなるn型ガイド層2.7、p型AlGaN膜よりもなるp型GaN膜よりもなる活性層2.8、p型GaN膜よりもなるn型GaN膜よりもなる活性層2.9、p型GaN膜よりもなるn型GaN膜よりもなる活性層2.10の順に成長させる。

型クラシード層 2.6 より p 型 GaN よりなる p 側コントラクト層 2.7 を順次成長させる。

【0045】なお、MOCVD を用ひ際に、ガリウムの原料ガスとしては例えはトリメチルガリウム ((CH₃)₃Ga) 、アルミニウムの原料ガスとしては例えはトリメチルアルミニウム ((CH₃)₃Al) 、インジウムの原料ガスとしては例えはトリメチルインジウム

20
のうち、フォトレジスト膜 3.3 を除去する。

【0040】フォトレジスト膜 3.3 を除去したのち、図 5 (B) に示したように、例えは、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法により重結晶部 1.1 a を基礎として n 型 GaN よりなるバッファ層 2

する部分には種結晶部11 aからの貫通伝送部M1が横方に屈曲するのでほとんど伝播されず、バッファ層21の貫通伝送部密度が低減される。

【042】なお、バッファ層21を成長させる際には、成長速度を $6 \mu\text{m/h}$ 以下とすることが好ましい。 $6 \mu\text{m/h}$ よりも遅く成長させると、バッファ層21の結晶軸に振る舞が大きくなると共に、種結晶部11 aを基礎として積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士が会合し、成長面が平坦になるまでに時間が必要となる。

【043】その際、電流注入部を種結晶部11 aの端間に対応して設け、活性層24の電流注入領域をその領域に対応して形成するようになります。また、種結晶部11 aの配置方向における中心部に位置する

り、あるいは平坦な底面が得られないといふ不具合があり、電流注入領域をその領域に形成するようにすればより好ましい。

【004-3】また、ここでは、成長抑制層1.2が種結晶部1.1aの擾乱元素を含む、種結晶部1.1aに沿った立上がり表面が得られるが、2.4μm/hよりも少くない。

【004-4】また、ここで、成長抑制層1.2が種結晶部1.1aの擾乱元素を含む、種結晶部1.1aに沿った立上がり表面が得られるが、2.4μm/hよりも少くない。

【004-5】更に、上述したように、種結晶部1.1aの活性層2.4側の底面における結晶部Cから△L1だけ離れた立上がり表面における種結晶部1.1aの擾乱元素の配置方向における中心との間の領域に対応して設け、活性層2.4の電流注入領域をその領域に形成するようすればより好ましい。

種結晶部1-aの難開領域に対応する部分を探して、アオトレジスト膜3-3を選択的に除がする。その際、光柱あるいは電光時間帯を調節することによりオトロジスト膜3-3の膜厚を削除し、種結晶部1-aに対応する成長抑制層1-2の表面が露出しかつ種結晶部1-1-aの難開領域に対応する成長抑制層1-2の表面は露出しない程度の膜厚、例えば1 μm未溝の膜厚でオトロジスト膜3-3が残るようにする。

型クラシード層 2.6 より p 型 GaN よりなる p 側コントラクト層 2.7 を順次成長させる。

【0045】なお、MOCVD を用ひ際に、ガリウムの原料ガスとしては例えはトリメチルガリウム ((CH₃)₃Ga) 、アルミニウムの原料ガスとしては例えはトリメチルアルミニウム ((CH₃)₃Al) 、インジウムの原料ガスとしては例えはトリメチルインジウム

20 なるので、フォトレジスト膜 3.3 の厚さはエッチングされる分を含めて十分な厚さとすることが好ましい。そのうち、フォトレジスト膜 3.3 を除去する。

【0040】フォトレジスト膜 3.3 を除去したのち、図 5 (B) に示したように、例えは、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法により種々品種の部 1.1 a を基礎として n 型 GaN よりなるバッファ層 2

する部分には種結晶部 1 1 a からの貫通伝化部 M1 が概方が向に屈曲するのでほとんど伝播されず、バッファ層 2 1 の貫通伝化部密度が低減される。

【0 4 2】なお、バッファ層 2 1 を成長させる際には、成長速度を $6 \mu\text{m}/\text{h}$ 以下とすることが好ましい。 $6 \mu\text{m}/\text{h}$ よりも遅く成長させると、バッファ層 2 1 の結晶軸に振る舞が大きくなると共に、種結晶部 1 1 a を基礎として積層方向とは異なる方向に成長した結晶回りが会合し、成長面が平坦になるまでに時間が必要となる。

【0 4 3】その際、電流注入部を種結晶部 1 1 a の端間に対応して設け、活性層 2 4 の電流注入領域をその領域に対応して形成するようになります。
また、種結晶部 1 1 a の配置方向における中心部に位置しないマスクを形成し、このマスクを利用して p 側コンタクト層 2 7 および p 型クラッド層 2 6 の一部を選択的にエッチングする。これにより、p 型クラッド層 2 6 の上部および側コンタクト層 2 7 を細帯状とし、電流注入部を形成する。

【0 4 4】1 その後、電流注入部を種結晶部 1 1 a の端間に対応して設け、活性層 2 4 の電流注入領域をその領域に対応して形成するようになります。
また、種結晶部 1 1 a の配置方向における中心部に位置しないマスクを形成し、このマスクを利用して p 側コンタクト層 2 7 および p 型クラッド層 2 6 の一部を選択的にエッチングする。これにより、p 型クラッド層 2 6 の上部および側コンタクト層 2 7 を細帯状とし、電流注入部を形成する。

り、あるいは平坦な底面が得られないといふ不具合があり、電流注入領域をその領域に形成するようにすればより好ましい。

【004-3】また、ここでは、成長抑制層1.2が種結晶部1.1aの擾乱元素を含む、種結晶部1.1aに沿った立上がり表面が得られるが、2.4μm/hよりも少くない。

【004-4】また、ここで、成長抑制層1.2が種結晶部1.1aの擾乱元素を含む、種結晶部1.1aに沿った立上がり表面が得られるが、2.4μm/hよりも少くない。

【004-5】更に、上述したように、種結晶部1.1aの活性層2.4側の底面における結晶部Cから△L1だけ離れた立上がり表面における種結晶部1.1aの擾乱元素の配置方向における中心との間の領域に対応して設け、活性層2.4の電流注入領域をその領域に形成するようすればより好ましい。

した基板 1 1 を用いる場合について
は、他の方法により作製された基板
でも同様に適用することができる
[0060] 加えて、上記実施例の
1 を除去した後にハーフアクリル 2 1
が、種結晶部 1 1 a の上のマスク
アクリル 2 1 を形成するようにし

0.93 (μm) 以上離れた領域内に形成するようにすれば更に好ましい。

【0049】電流挿入端子を形成したのち、P型クラッド層2.6およびP側コントラクト層2.7の上に、例えば聚着方法により二段化ケイ素よりもなる絶縁膜1.3を形成し、P側コントラクト層2.7に対応して開口を設け、P側コントラクト層2.7を表面に露出させる。そののち、基板1の他面側に例えばチタンおよびアルミニウムを順次蒸着し、合金化してP側電極1.5を形成する。また、P側コントラクト層2.7の表面およびその近傍に、例えばバラジウム、白金および金を順次蒸着し、P側電極1.4を形成する。n型電極1.5およびP側電極1.4をそれぞれ形成したのち、基板1を所定の大きさに整え、P側コントラクト層2.7の長さ方向において対向する一对の共振器端端子を設ける。

に示した半導体レーザが作用する。

【0050】この半導体レーザは次のように作用する。

【0051】この半導体レーザでは、P側電極1 4とn側電極1 5との間に所定の電圧が印加されると、活性層2 4に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こる。この光は、図示しない反対鏡鏡により反射され、その間を往復しレーザ発振を生じ、レーザービームと30して外部に射出される。ここで、半導体層2 0が基板1 1の積筋晶部1 1 aを基盤として成長したものであるので、半導体層2 0の軸位密度が低くなっている。特に、横方向成長領域に対応して活性層2 4の電流注入領域が設けられれば、電流注入領域の軸位密度はより低くなる。よって、ネズミの劣化が起こりにくく、寿命が延長されると期待される。

【0052】一方で、横方向成長領域に対応して活性層2 4の電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率をより向上させることができ、積筋晶部1 1 aと会合部Bと30の間の領域に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率を更に向上させることができる。加えて、種積筋晶部1 1 aからAL1 1以上離れて、かつ会合部BからAL2 1以上離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、または、種積筋晶部1 1 aおよび会合部Bからそれぞれ0.9 3 μm 以上から離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、より高い効率を得ることができる。

【0053】一方で、実験の形態を挙げて本発明を説明し、本発明に対する技術的範囲を明示するものとされかねない。

【0052】また、成長抑制層1.2が半導体層2.0（主として活性層2.4）において発生した光を反対または吸収するように構成されれば、成長抑制層1.2により基板1.1側における光の漏れが防止される。更に、半導体レーザをハブレーナーなどに以供して用いる場合には、射出されたレーザ光の一部はハブレーナーにおいて反射され、迷光となって半導体レーザに戻ってくるが、成長抑制層1.2に接する部が低減され、出力が低減される。よって、ノイズの発生が抑制され、出力変動などの特性が改善される。従って、低出力の半導体レーザについても安定した駆動が確保される。

【0053】このように本実施の形態によれば、基板1.1に突出した層結晶部1.1aを設けると共に、種結晶部1.1aを設ける場合について、上記実施の形態は、複数の帯状の種結晶部1.1aを備える場合について説明したが、蒸着の大きさによっては最終的に1つしか備えていない場合もある。また、種結晶部の形状は、格子状あるいは島状などでもよい。

【0054】また、上記実施の形態では、種結晶部1.1aを基板1.1の（0001）面に設けるようになつたが、他の結晶面に設けるようにしてもよく、種結晶部1.1aも外1または外2に示した方向に延長させて形成するようになつたが、他の方向に延長させて形成するようにもよい。

【0055】更に、上記実施の形態では、サファイアなどよりなる成長用基体の上に成長させることにより形成される。

【0056】このように本実施の形態によれば、基板1.1に突出した層結晶部1.1aを設けると共に、種結晶部1.1aを設ける場合について、上記実施の形態では、サファイアなどよりなる成長用基体の上に成長させることにより形成される。

した基板1.1を用いる場合について説明したが、本発明は、他の方法により作製された基板を用いる場合についても同様に適用することができる。

【0060】加えて、上記実施の1を除去した後にバッファ層21

が、種結晶部 11a の上のマスク層 31 を除去せばこなしつア層 21 を形成するようになります。これによれば、成長抑制層と半導体層との間に、該段階 2 項 [0066] 特に、該段階 2 項

する半導体層20を得ることがで
層21を成長させる際に、マスク

【0061】更に、上記実施の形態では、半導体レーザーの構成について具体的に例を挙げて説明したが、本発明は、他の構造を有する半導体レーザーについても同様に適用することができる。例えば、図7に示したように、ハーフアレイ21に代えて、例えばn型GaNよりなる純粋としてシリコンアレイ21の中に混入してしまい、半導体レーザーの特性を劣化させるおそれもあるので、使用目的などに応じて適宜の製造方法を選択することが好ましい。

るn側コンタクト層41を形成し、11に対してp側電極14と同一

【0062】また、例えば、n型ガイド層2.3およびp型ガイド層2.5を備えていてもよく、活性層2.4とp型ガイド層2.5との間に劣化防止層を備えていてもよい。更に、上記実施の形態では、利得波段型と如折半導波型との組み合わせたりシジ等波型の半導体レーザおよび得導波型の半導体レーザおよびに挙げて説明したが、利得導波型の半導体レーザにおいては、不純物を添加しないGaNiにより構成するよりもよく、不純物を添加しないGaNiにより構成するようにもよい。

屈折率等波型の半導体レーザーについて述べる。

VD法により半導体層20を成長させようとしたが、MBE (Molecular Beam Epitaxy; 分子線エピタキシ【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の一実施形態

一) 法、ハイドライド気相成長法
成長法などの他の気相成長法による

【図3】図1に示した半導体レーザを具体例に挙げて説明したが、本子として半導体レーザを用いた実験結果を示す。図3は、半導体素子による電気的発光の発生状況を示すものである。

発明は、発光ダイオードあるいは
などの他の半導体素子についても

【図6】図5に深く艶加工を示すアーチ型の半導体

『発明の効果』以工説明じたによ
項5のいづれか1に記載の半導体
記載の半導体素子によれば、突掛

1

